[illegible]

[illegible]

[illegible] 1 [illegible]

知识导航

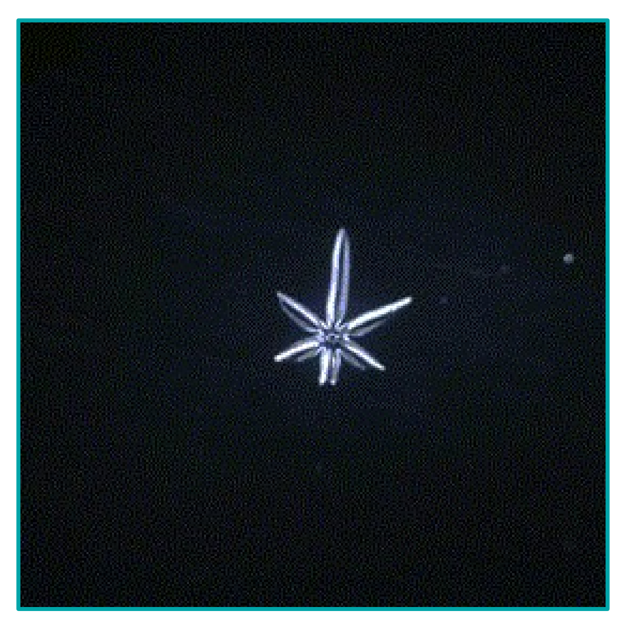
1. 分子晶体的概念和性质 → 本节重点

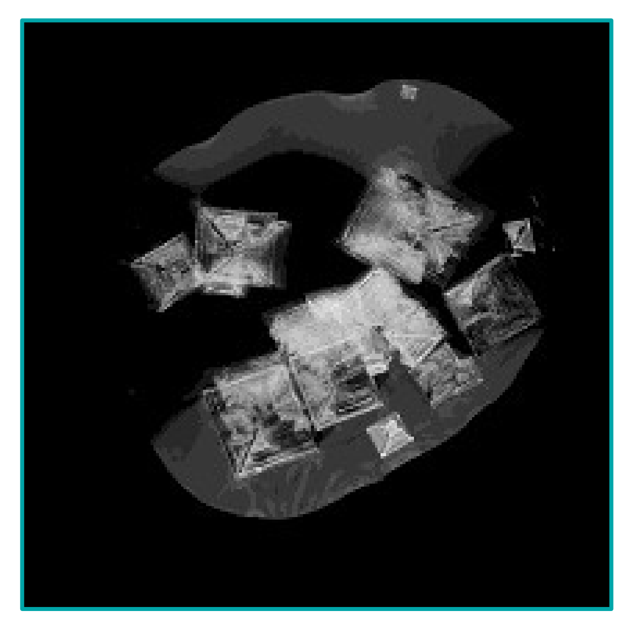
2. 典型的分子晶体的结构和性质 → 本节难点

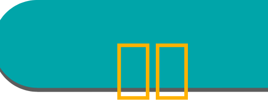
通过前面对于晶体与非晶体的学习，我们知道：雪花、食盐以及金刚石都是晶体

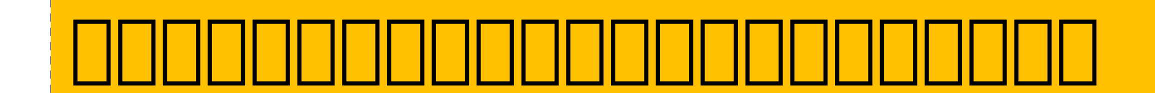
雪花 食盐 钻石

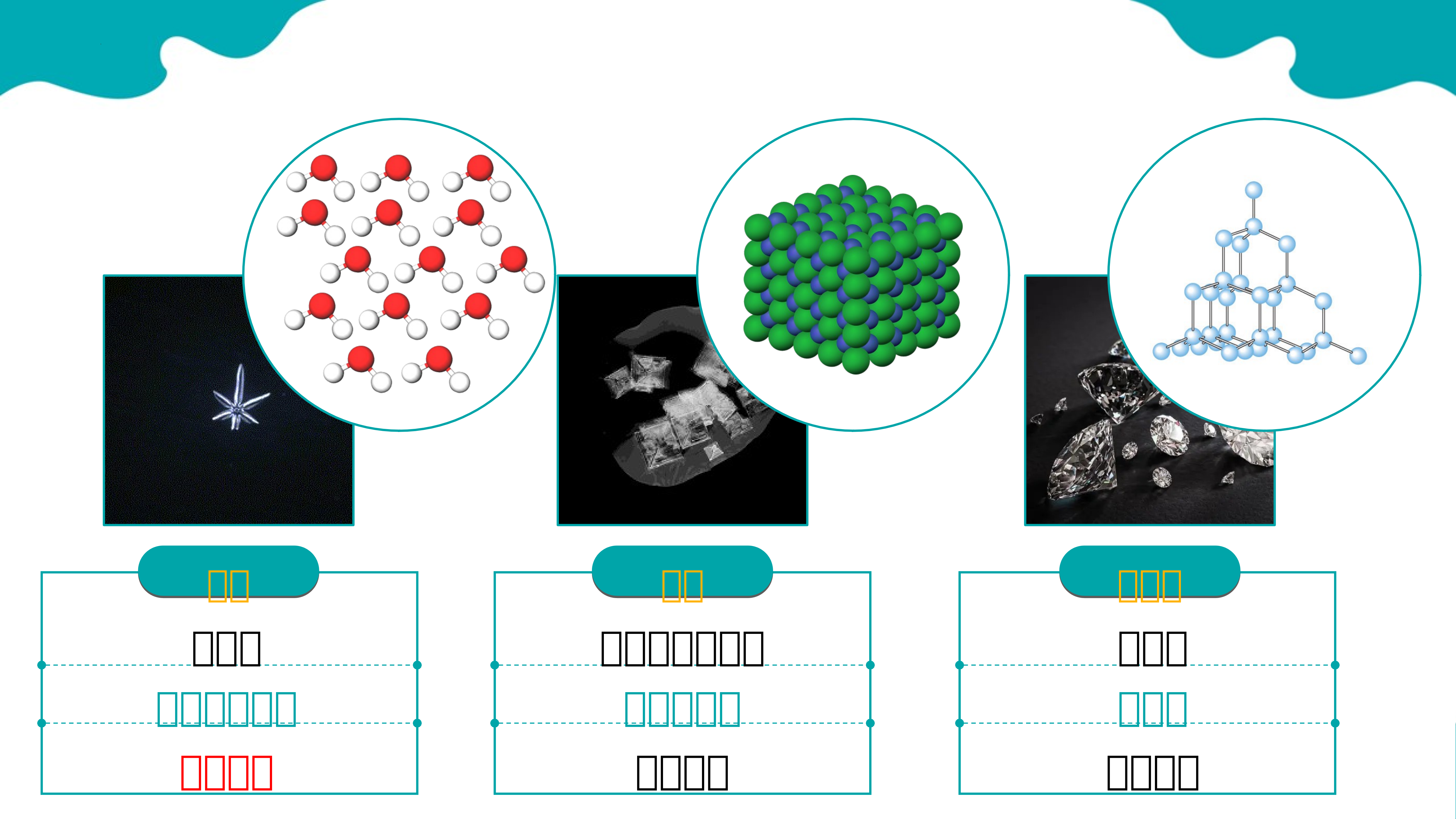
思考：从作用力的角度分析，这些晶体有什么不同？











● 分子晶体

概念

只含 分子 的晶体，或者分子间以 分子间作用力 结合形成的晶体叫分子晶体

分子晶体中的粒子及粒子间的相互作用

构成微粒

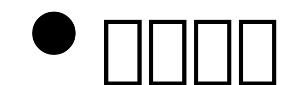
分子

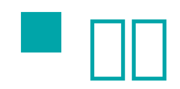
判断方法

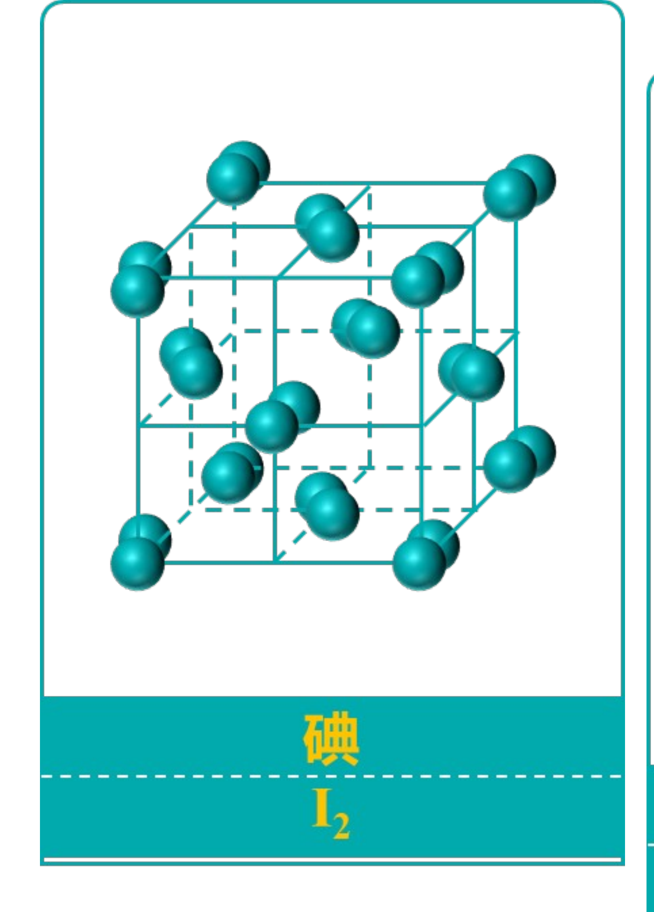
相互作用

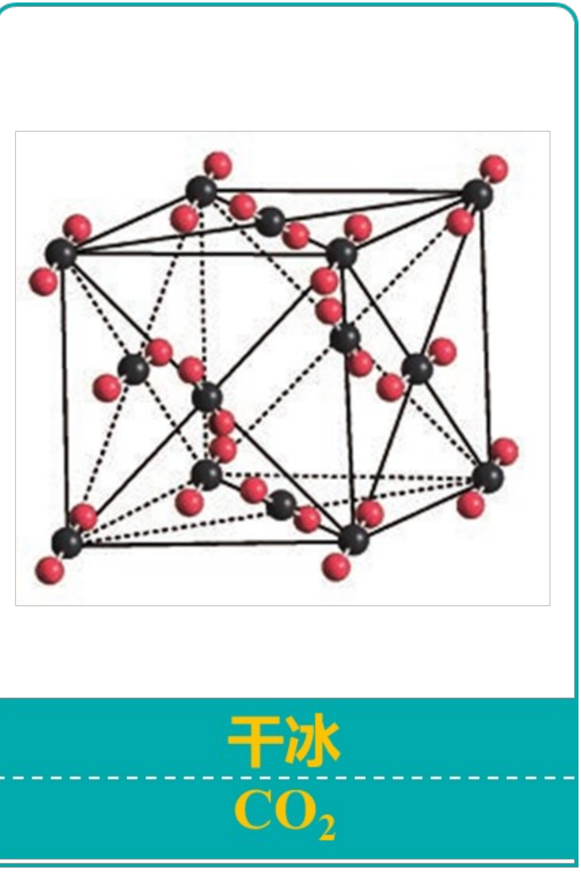
- 分子内：共价键
- 分子间：分子间作用力

（ 氢键　　范德华力 ）

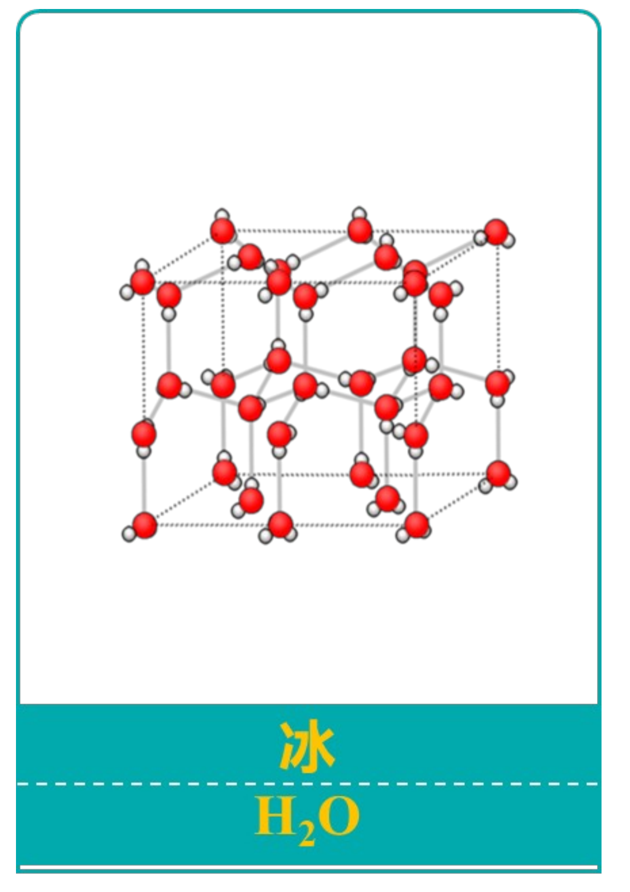





碘
I_2


干冰
CO_2

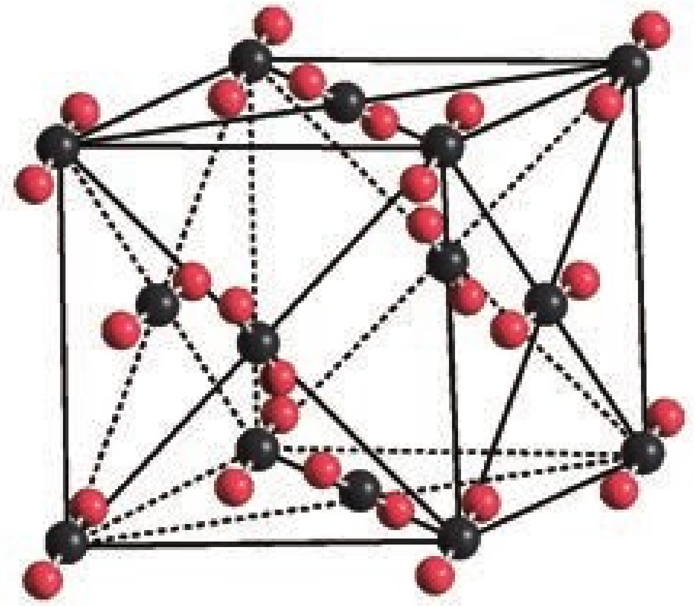
碳60
C_{60}


冰
H_2O

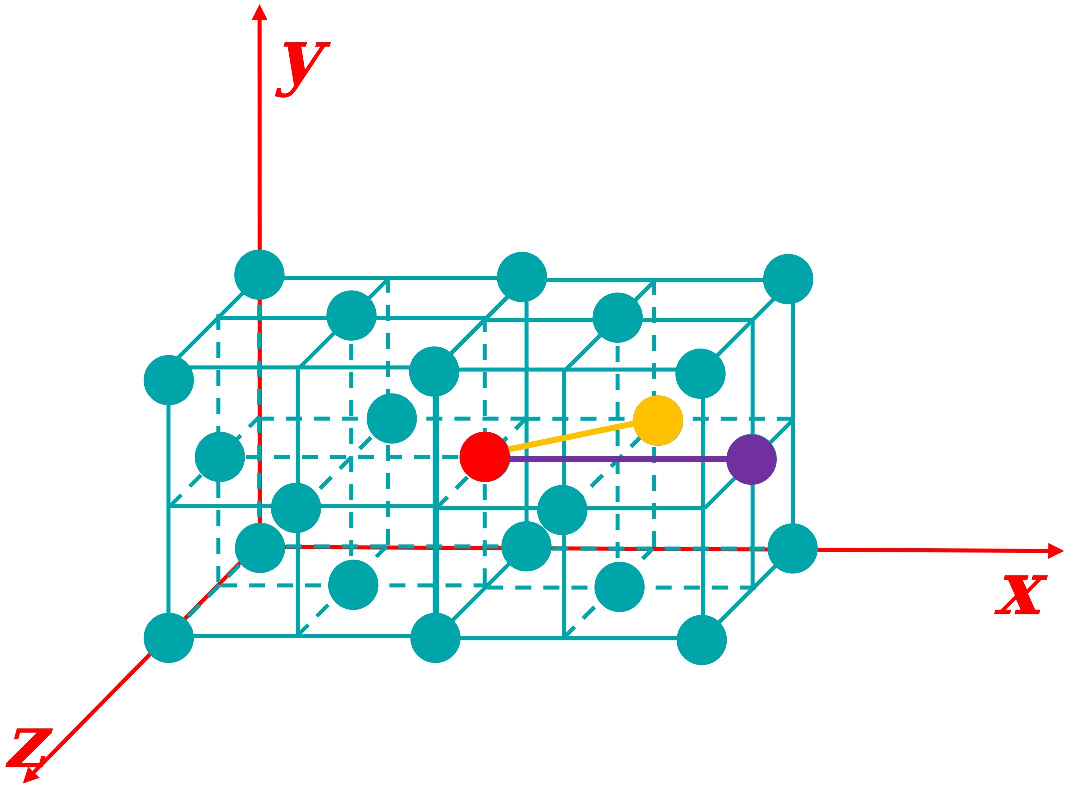
挠头

● 分子晶体

探究一 利用干冰晶体的结构模型认识分子晶体的结构特征，每个 CO_2 周围有几个紧密相邻的 CO_2?



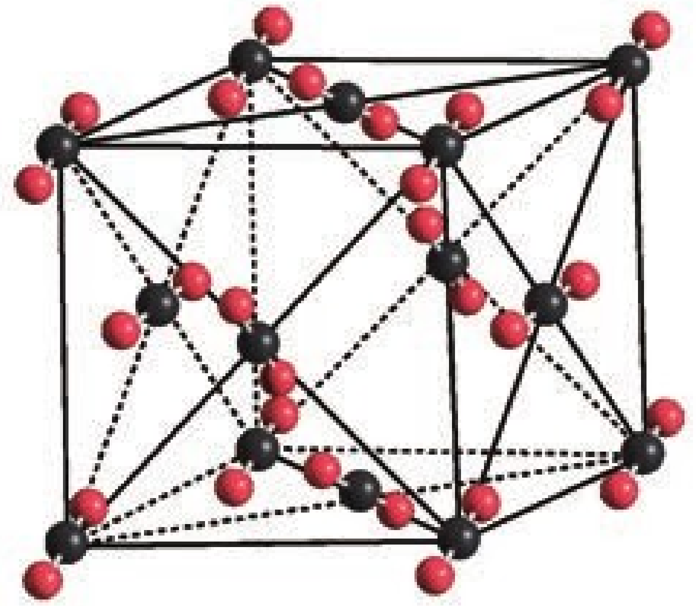
干冰 (CO_2)



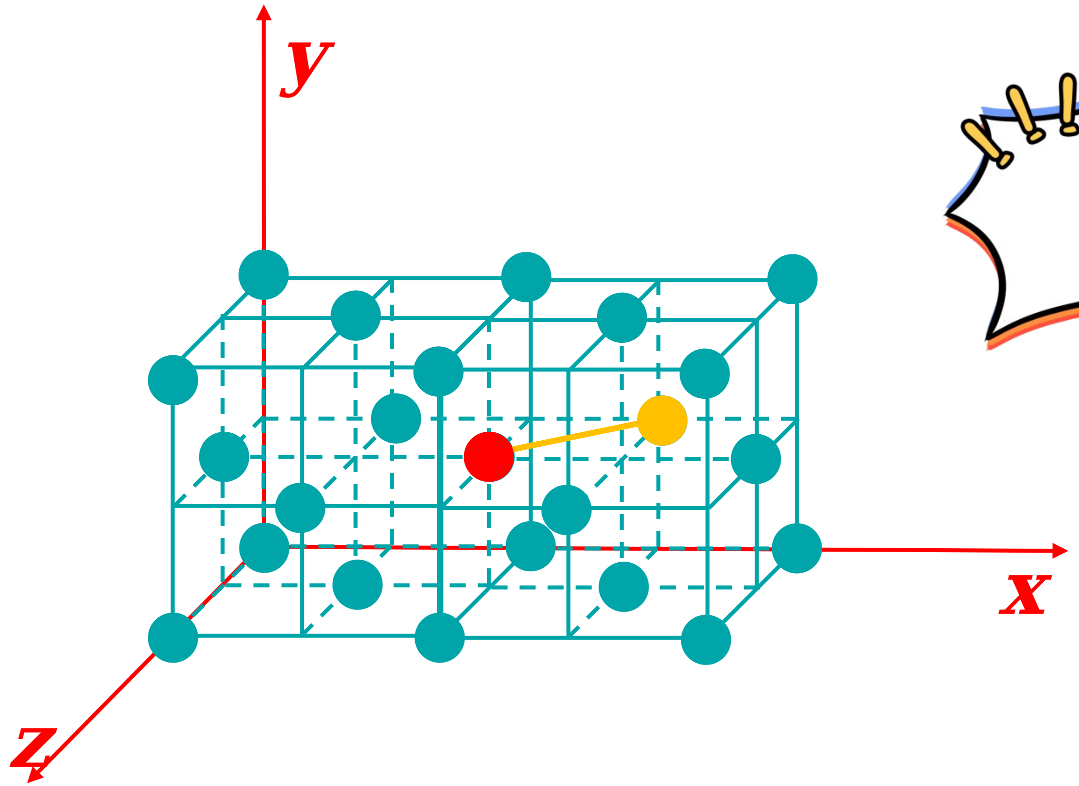
分子晶体

探究一

利用干冰晶体的结构模型认识分子晶体的结构特征，每个 CO_2 周围有几个紧密相邻的 CO_2？



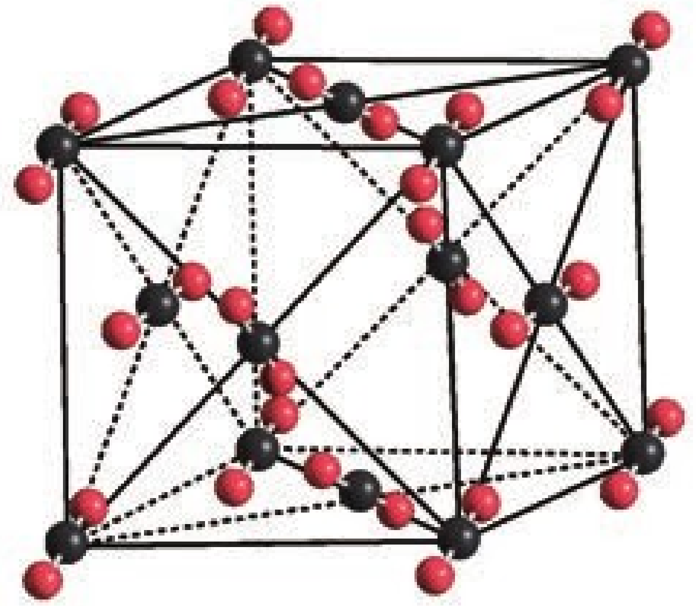
干冰 (CO_2)



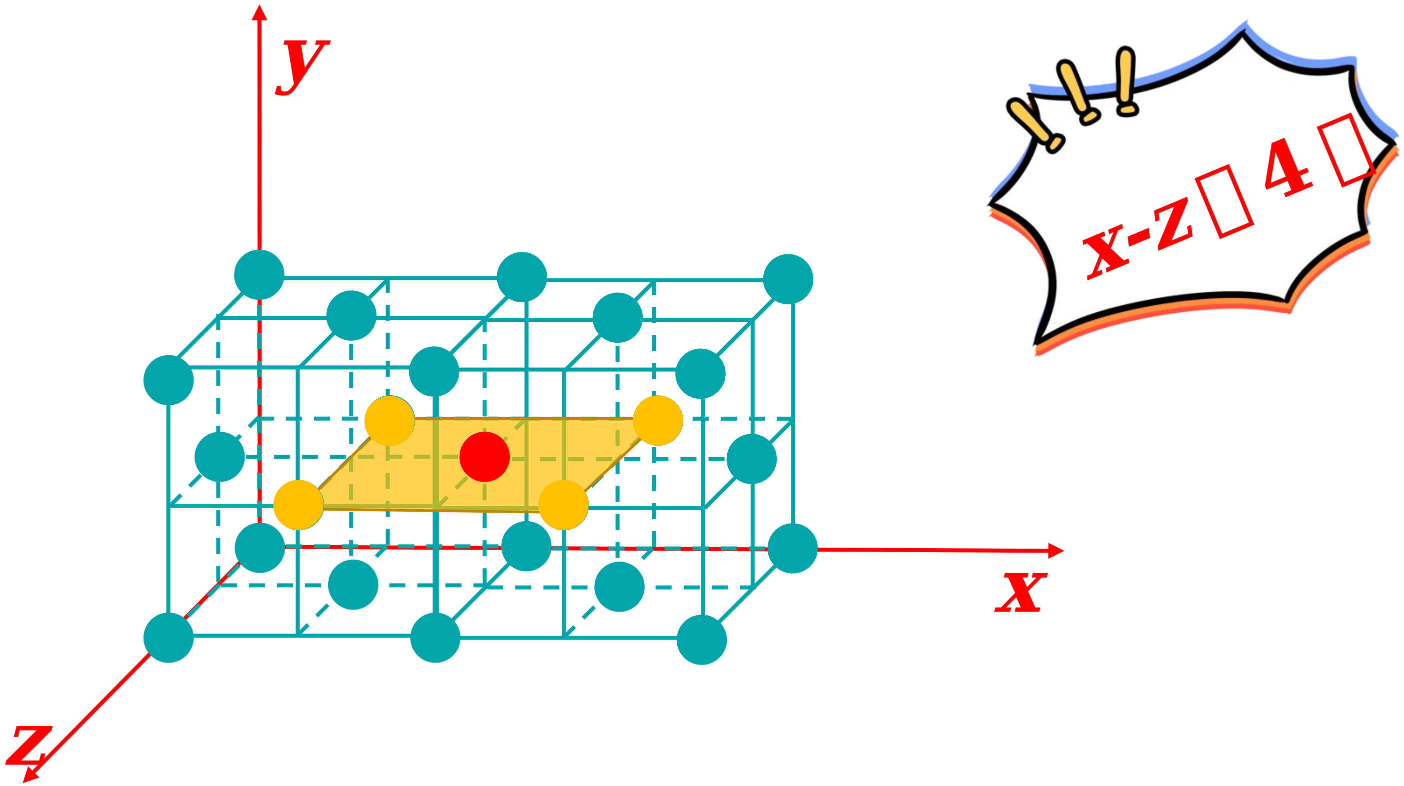
● 分子晶体

探究一

利用干冰晶体的结构模型认识分子晶体的结构特征，每个 CO_2 周围有几个紧密相邻的 CO_2?

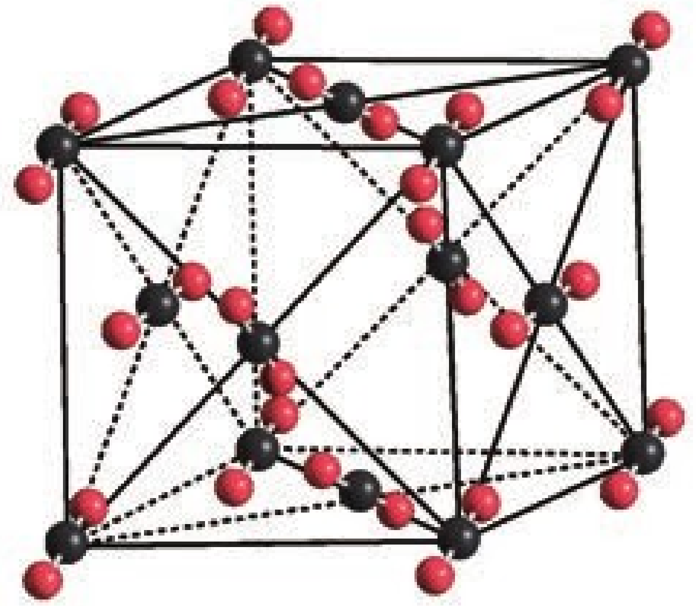


干冰 (CO_2)

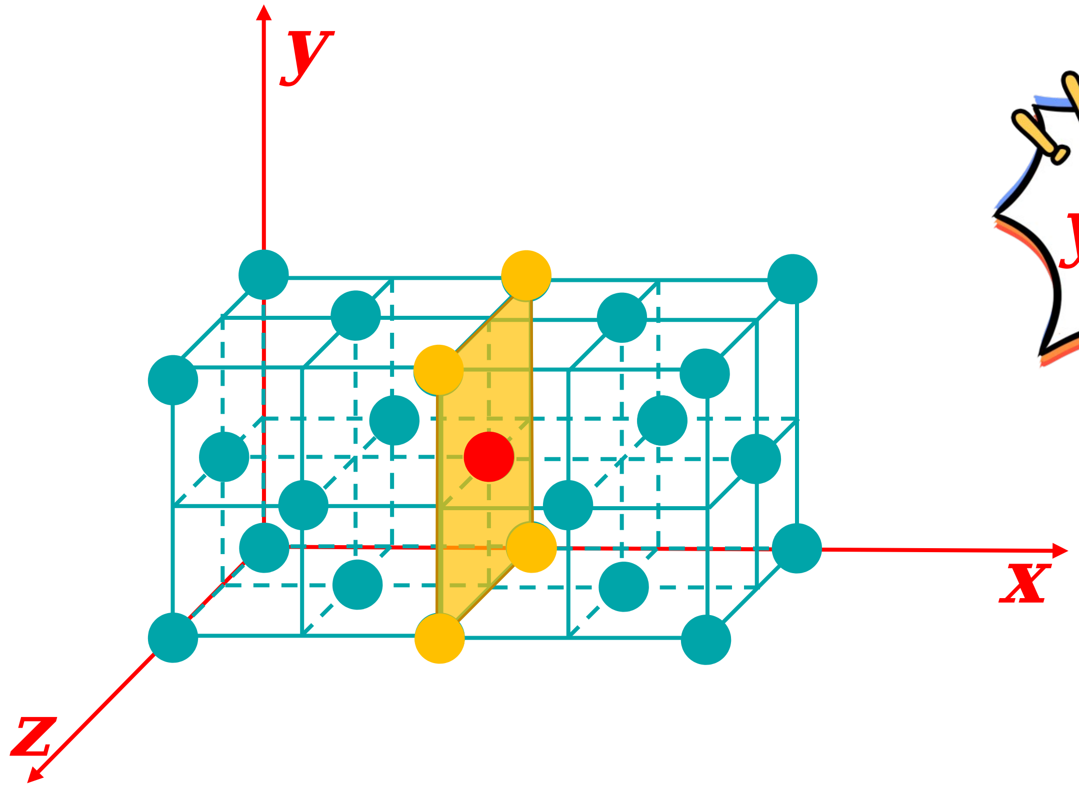


● 分子晶体

探究一 利用干冰晶体的结构模型认识分子晶体的结构特征，每个 CO_2 周围有几个紧密相邻的 CO_2?



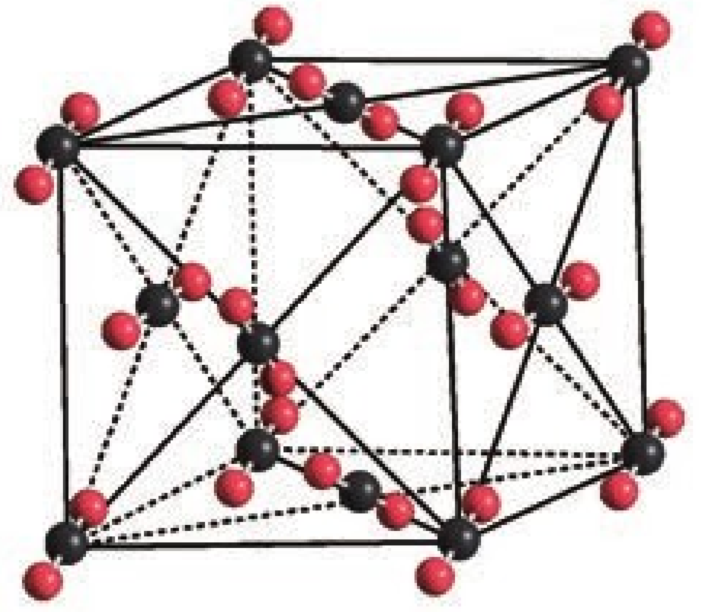
干冰 (CO_2)



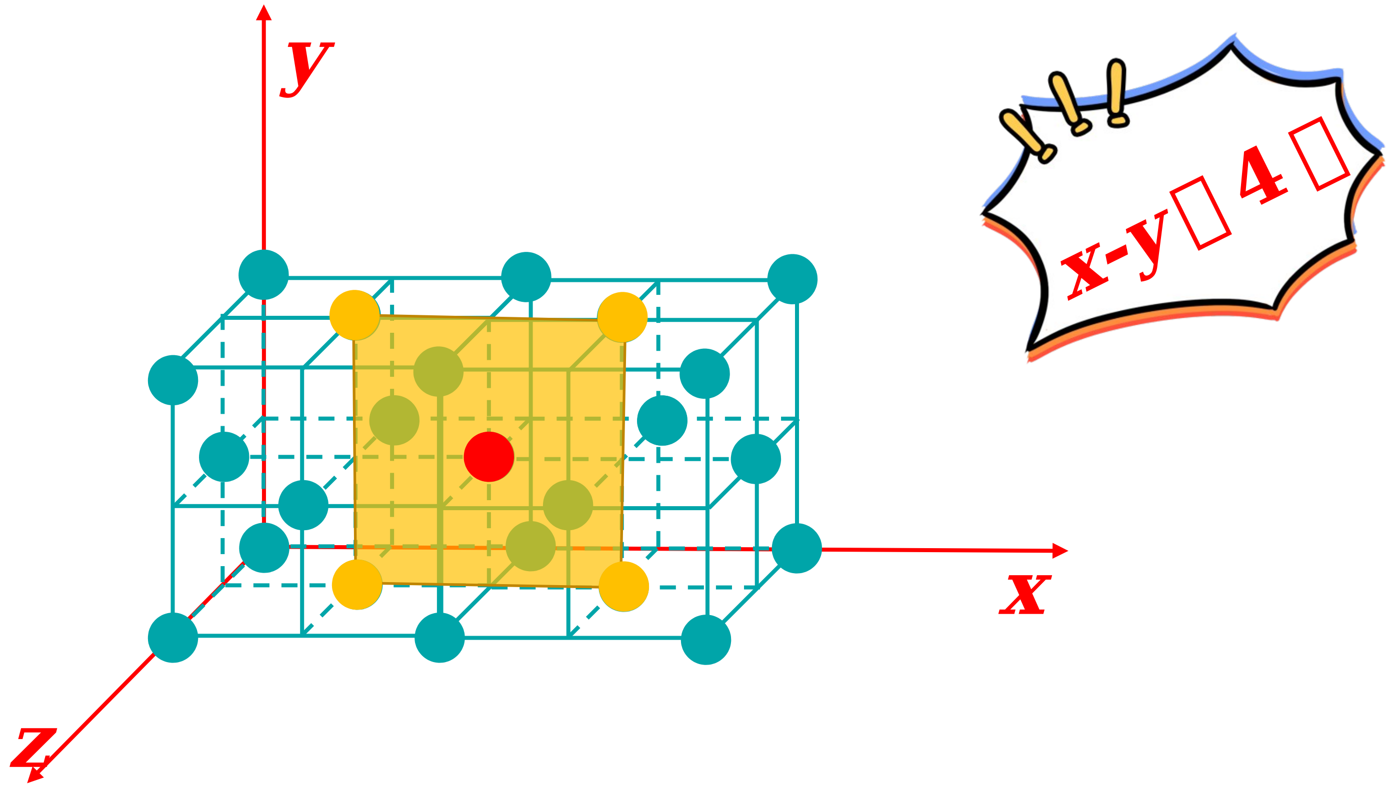
y-z 面 4

- 分子晶体

探究一 利用干冰晶体的结构模型认识分子晶体的结构特征，每个 CO_2 周围有几个紧密相邻的 CO_2?

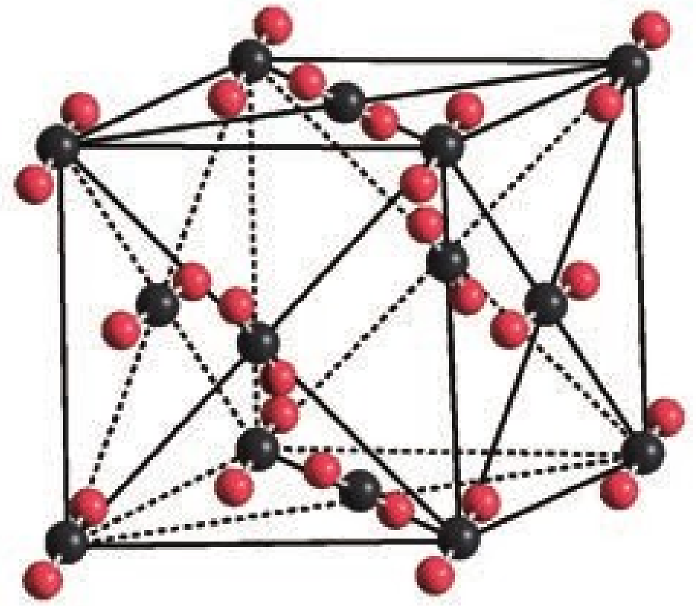


干冰 (CO_2)

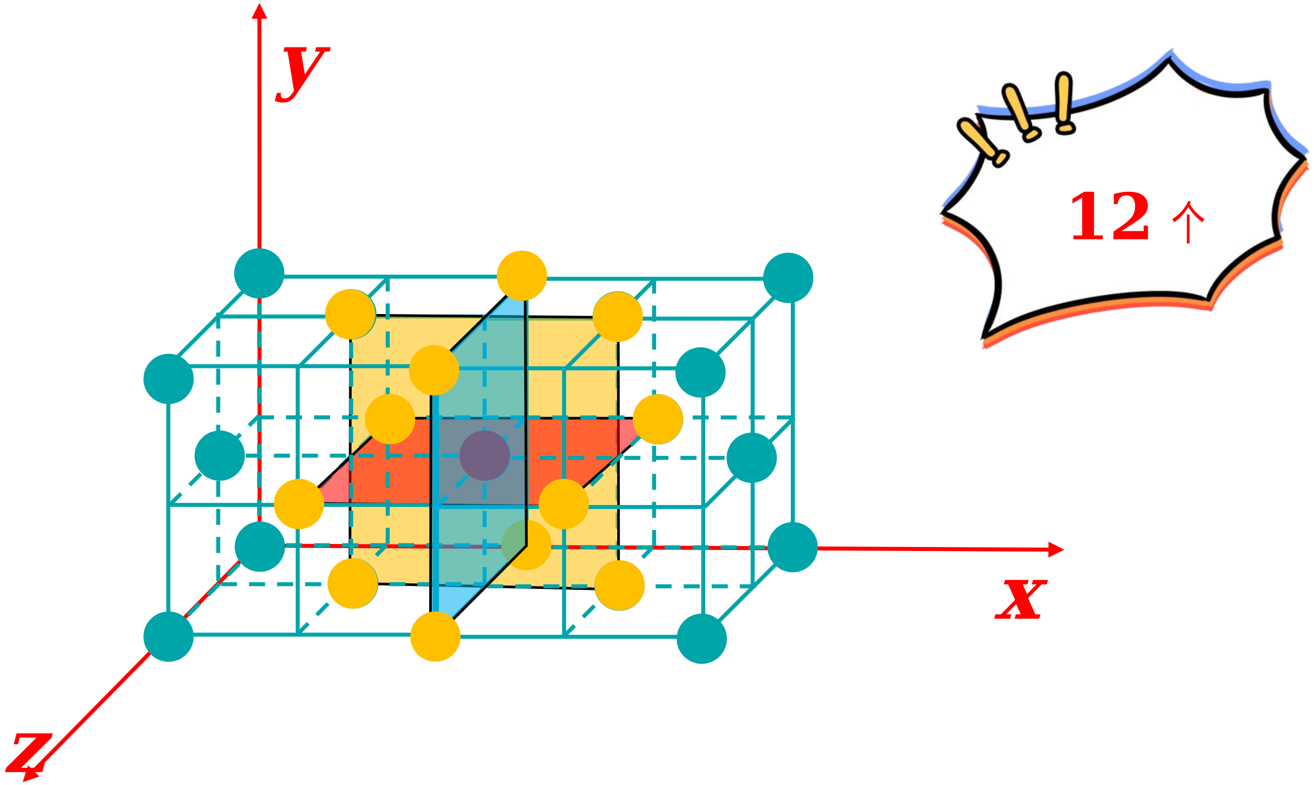


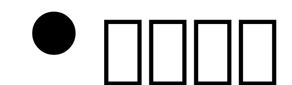
- 分子晶体

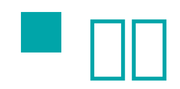
探究一 利用干冰晶体的结构模型认识分子晶体的结构特征，每个 CO_2 周围有几个紧密相邻的 CO_2？

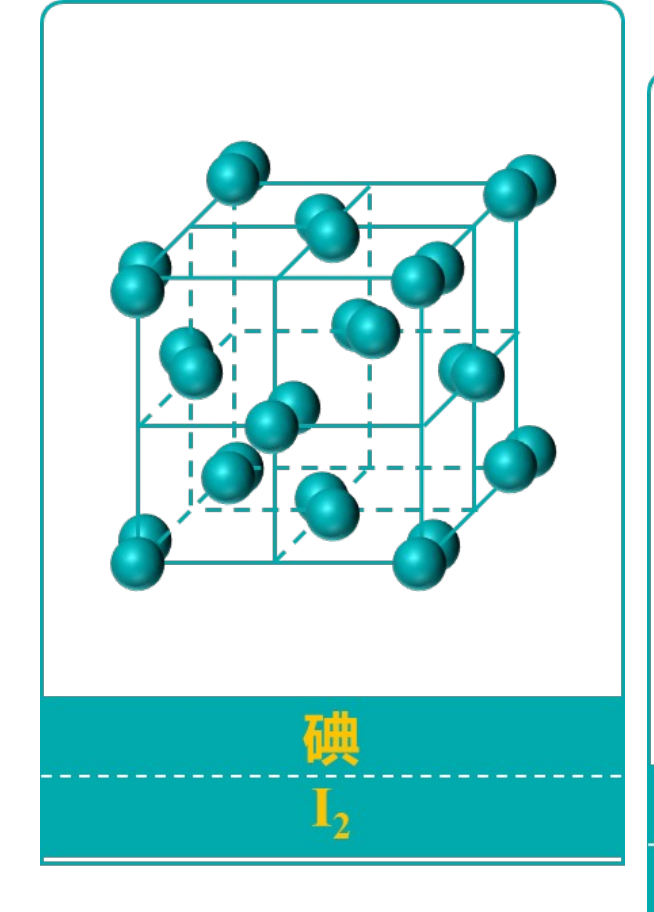


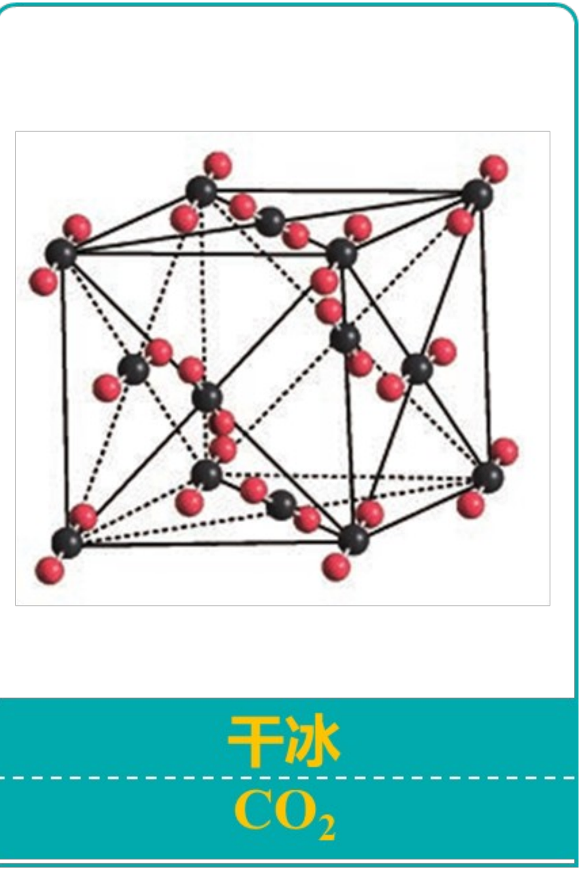
干冰（CO_2）



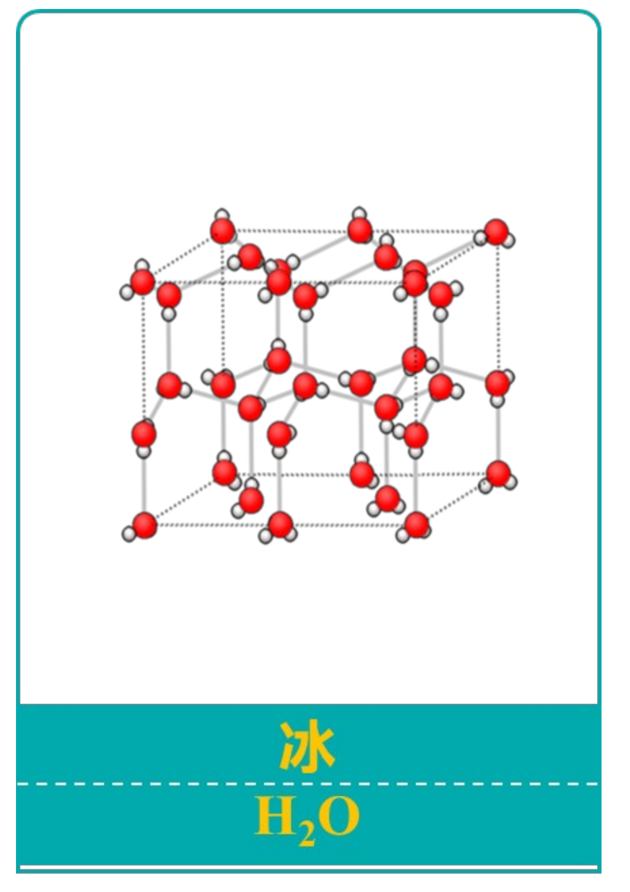





碘
I_2


干冰
CO_2

碳60
C_{60}


冰
H_2O

- 分子晶体

  - 分子晶体的结构特征

分子密堆积

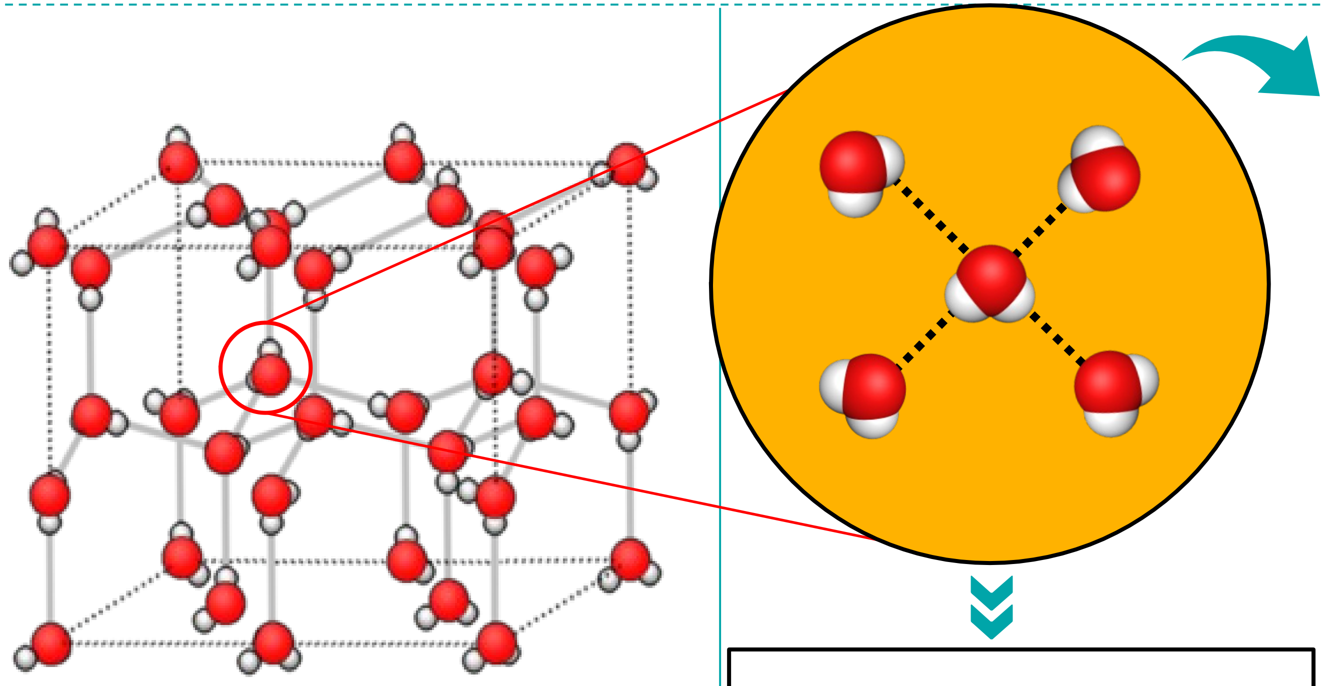
只存在范德华力，每个分子周围有 **12** 个紧邻的分

若分子间除了存在范德华力，还存在氢键，那么，这对分子晶体的结构有什么影响呢?

分子晶体

探究二

利用冰晶体的结构模型认识分子晶体的结构特征每个 H_2O 周围有几个紧密相邻的 H_2O？



干冰 (CO_2)

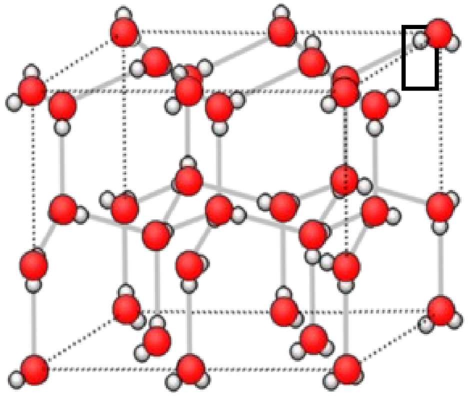
冰中一个水分子周围有 **4** 个水分子

水分子之间的主要作用力是氢键（也存在范德华力），尽管氢键比共价键弱得多，不属于化学键，却跟共价键一样具有方向性，即氢键的存在迫使在四面体中心的每个水分子与四面体顶角方向的 **4** 个相邻水分子相互吸引

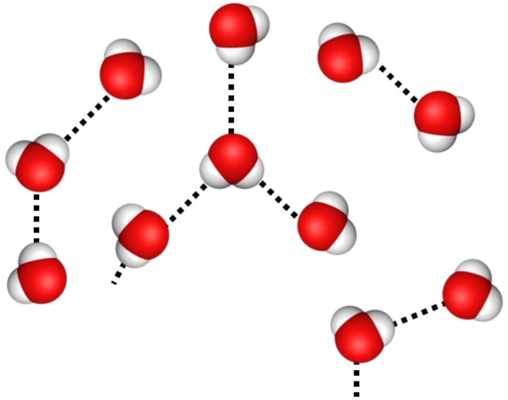
根据所学内容，思考并回答下列问题：

问题 1

为什么冰刚刚融化时，密度变大，4 °C 后密度又变小



冰的结构



冰融化，分子间的空隙减小

冰晶体中的水分子的空间利用率不高，留有相当大的空隙，其密度比液态水的小。当冰刚刚融化为液态水时，热运动使冰的结构部分解体，水分子间的空隙减小，密度反而增大，超过 **4°C** 时，才由于热运动加剧，分子间距离加大，密度渐渐减小

- 分子晶体

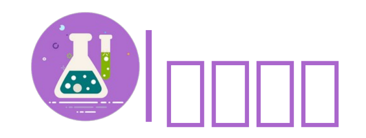
  - 分子晶体的结构特征

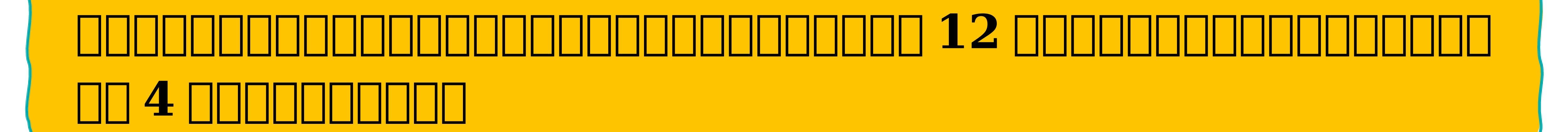
	分子密堆积	分子非密堆积
微粒间作用力	范德华力	范德华力和氢键
空间特点	通常每个分子周围有 12 个紧邻的分子	每个分子周围紧邻的分子数小于 12 个，空间利用率不高
举例	C_{60}、干冰、I_2、O_2	HF、NH_3、冰

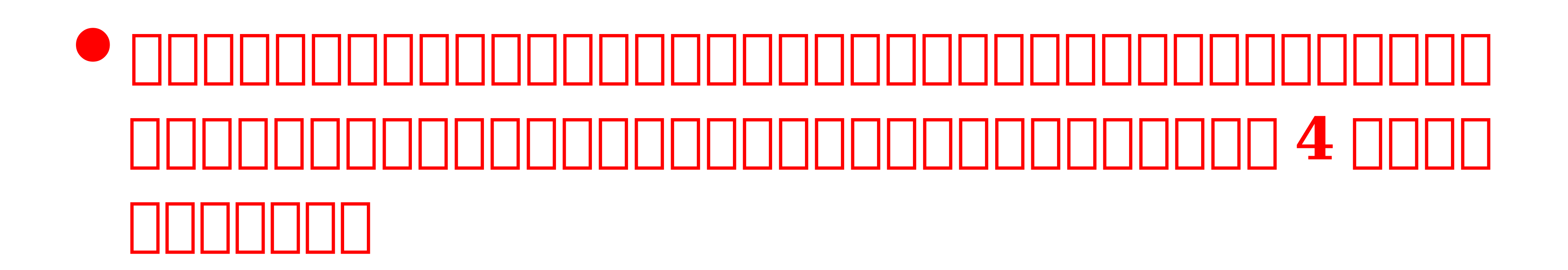
典例精讲

硫化氢和水分子结构相似，但硫化氢晶体中，一个硫化氢分子周围有 12 个紧邻的分子，而冰中一个水分子周围只有4个紧邻分子，为什么？

•硫化氢晶体中只存在范德华力，属于分子密堆积，而冰中主要作用力是氢键，氢键具有方向性，氢键的存在迫使在四面体中心的每个水分子与四面体顶角方向的4个相邻水
分子相互吸引。





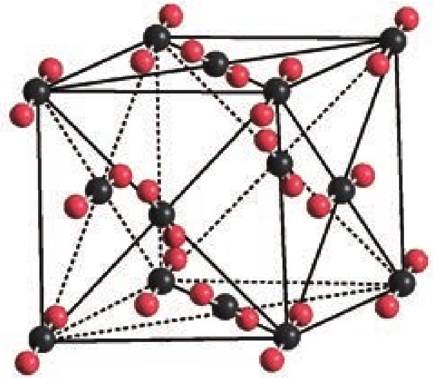


根据所学内容，思考并回答下列问题：

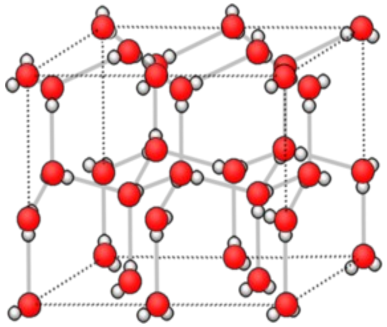
问题

为何干冰的密度比冰的密度大?

干冰中CO_2之间只存在范德华力，分子采取密堆积形式排列，空隙小，冰中水分子间存在大量的氢键，分子采取非密堆积形式排列，导致冰中水分子间存在大量空隙



干冰



冰

故在同一条件下，冰的体积比干冰的体积大，而二氧化碳的相对质量比水的相对质量大，即干冰的密度比冰的密度大

典例精讲

回顾所学内容，判断下列问题的对与错

问题1 干冰和冰都是由分子密堆积形成的晶体（ ✗ ）

问题2 干冰比冰的熔点低很多，常压下易升华（ ✓ ）

问题3 干冰晶体中只存在范德华力不存在氢键，一个分子周围有 12 个紧邻的分子（ ✓ ）

问题4 冰晶体中，每个水分子周围只有 4 个紧邻的分子；1 mol 冰中含有 1 mol 氢键（ ✗ ）

回顾所学内容，判断下列问题的对与错

问题 分析表中数据，归纳分子晶体的物理性质，并说明原因。

某些分子晶体的熔点								
分子晶体	氧气	氮气	白磷	水	硫化氢	甲烷	乙酸	尿素
熔点/°C	-218.3	-210.1	44.2	0	-85.6	-182	16.6	132.7

较低的熔点（影响因素：氢键、相对分子质量）

分子间存在氢键时，熔点较高；不存在氢键时，结构相似的，相对分子质量越大，熔点越高。

较小的硬度

原因：分子间作用力小

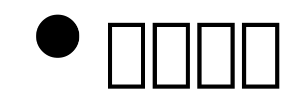
分子晶体较低的沸点、不导电

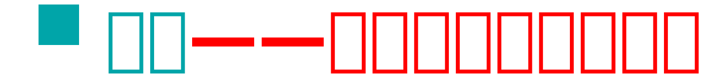
分子晶体的溶解性一般符合“相似相溶”规律

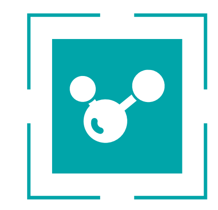
•分子晶体
• 总结——分子晶体的判断方法
依据物质的类别判断
部分非金属单质、所有非金属氢化物、部分非金属氧化物、几乎所有的酸、绝大多数有机物都是分子晶体。

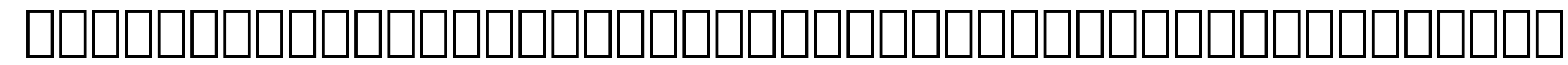
依据组成晶体的粒子及粒子间作用判断
组成分子晶体的微粒是分子，粒子间的作用力是分子间作用力。

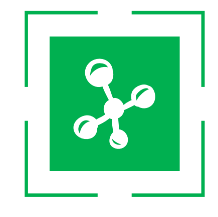
依据物质的性质判断
分子晶体的硬度小，熔、沸点低，在熔融状态或固体时均不导电。

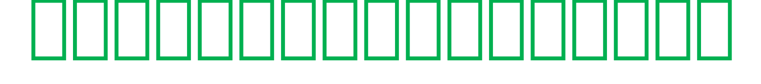


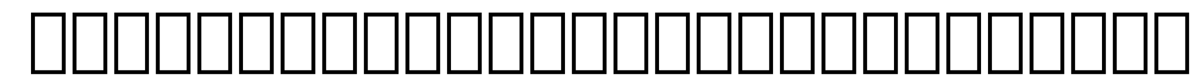


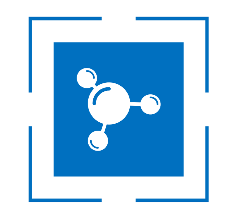


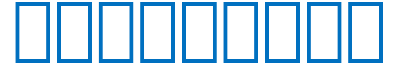


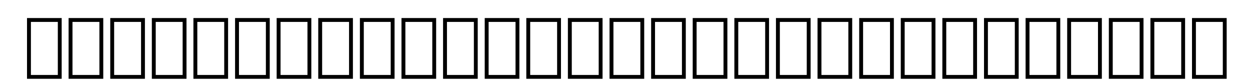












- 分子晶体

  - 总结——常见的典型分子晶体

所有非金属氢化物：如：H_2O、H_2S、NH_3、CH_4、HX(卤化氢)等

部分非金属单质：如：X_2(卤素单质)、O_2、H_2、S_8、P_4、C_{60}、稀有气体等

部分非金属氧化物：如：CO_2、SO_2、NO_2、P_4O_6、P_4O_{10}等

几乎所有的酸：如：H_2SO_4、HNO_3、H_3PO_4、H_2SiO_3等

绝大多数有机物：如：如苯、四氯化碳、乙醇、冰醋酸、蔗糖等

典例精讲

【例 1 】下列各组物质各自形成晶体，均属于分子晶体的化合物是 (　　　　)　　B

A.NH_3、HD、$C_{10}H_{18}$　　B.PCl_3、CO_2、H_2SO_4

C.SO_2、C_{60}、P_2O_5　　D.CCl_4、Na_2S、H_2O_2

【例 2 】医院在进行外科手术时，常用 $HgCl_2$ 稀溶液作为手术刀的消毒剂，已知 $HgCl_2$ 有如下性质：① $HgCl_2$ 晶体熔点较低；② $HgCl_2$ 熔融状态下不导电；③ $HgCl_2$ 在水溶液中可发生微弱电离。下列关于 $HgCl_2$ 的叙述中正确的是 (　　　　)

A

A.$HgCl_2$ 晶体属于分子晶体

B.$HgCl_2$ 属于离子化合物

C.$HgCl_2$ 属于电解质，且属于强电解质

D.$HgCl_2$ 属于非电解质

● 分子晶体

■ 总结——分子晶体熔、沸点高低的判断

□ 组成和结构相似，不含氢键的分子晶体，相对分子质量越大，范德华力越强，熔、沸点越高。

示例：I_2 > Br_2 > Cl_2 > F_2　　HI > HBr > HCl

□ 组成和结构不相似的分子晶体（相对分子质量接近），分子的极性越大，熔、沸点越高。

示例：CH_3OH > CH_3CH_3

□ 含有分子间氢键的分子晶体的熔、沸点反常升高。

示例：H_2O > H_2Te > H_2Se > H_2S

- 分子晶体

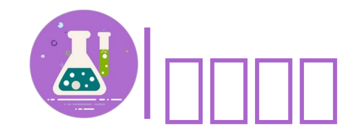
  - 总结——分子晶体熔、沸点高低的判断

    - 对于有机物中的同分异构体，支链越多，熔、沸点越低。

示例：$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3 > CH_3—CH(CH_3)—CH_2—CH_3 > CH_3—C(CH_3)_2—CH_3$

- 烃、卤代烃、醇、醛、羧酸等有机物一般随分子中碳原子数的增加，熔、沸点升高。

示例：$C_2H_6 > CH_4$，$C_2H_5Cl > CH_3Cl$，$CH_3COOH > HCOOH$



□□□□

□□ 1 □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (　　　　　　)　　　　　C

①HCl　② HBr　③ HI　④ CO　⑤ N_2　⑥ H_2

A.①②③④⑤⑥

B.③②①⑤④⑥

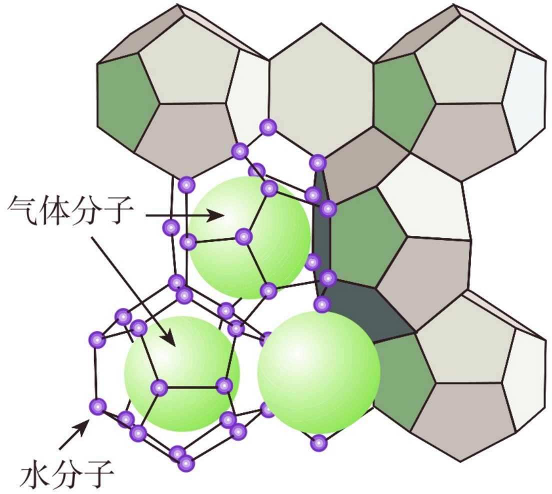
C.③②①④⑤⑥

D.⑥⑤④③②①

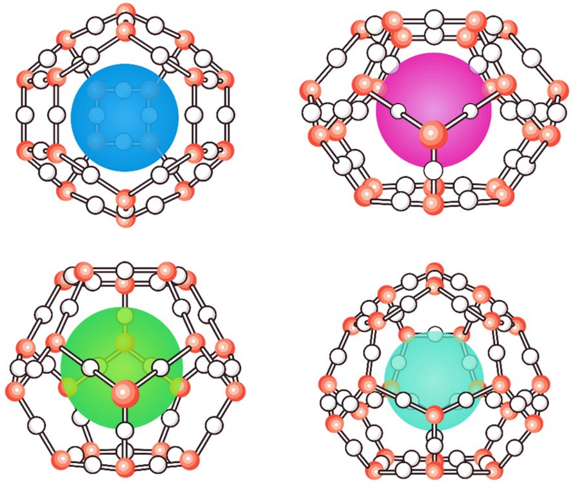
拓展延伸

天然气水合物——一种潜在的能源

许多气体可以与水形成水合物晶体。最早发现这类水合物晶体的是 19 世纪初的英国化学家戴维，他发现氯可形成化学式为 $Cl_2 \cdot 8H_2O$ 的水合物晶体。20 世纪末，科学家发现海底和大陆冰川或永久冻土底部存在大量天然气水合物晶体。这种晶体的主要气体成分是甲烷，因而又称甲烷水合物。它的外形像冰，而且在常温常压下会迅速分解释放出可燃的甲烷，因而又称“可燃冰”。



天然气分子藏在水分子笼内

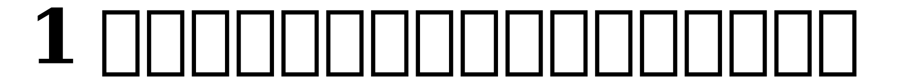


水分子笼是多种多样的

随堂演练

1．下列关于分子晶体的说法不正确的是 A．分子晶体中含有分子
B．固态或熔融态时均能导电
C．分子间以分子间作用力相结合
D．熔、沸点一般比较低

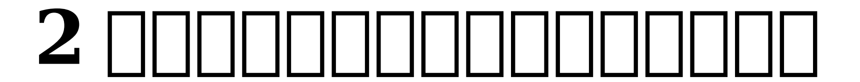
【答案】B
【详解】A．分子晶体是由分子构成的，A正确； B．固态或熔融态时，分子晶体既不电离也没有自由移动的电子，均不能导电，B错误； C．分子间以分子间作用力相结合，C正确；
D．分子晶体的熔、沸点一般比较低，D正确。
故选：B。



随堂演练

2．单质碘的熔、沸点较低，其原因是
A．碘的非金属性较弱
B．碘分子中键能较小
C．固态碘单质中碘分子间以范德华力结合
D．I-I 共价键的键长较长

【答案】C
【详解】碘单质是分子晶体，碘分子间以范德华力结合，影响分子晶体熔沸点的是范德华力，范德华力较弱，故单质碘的熔、沸点较低，C符合题意；答案选C。



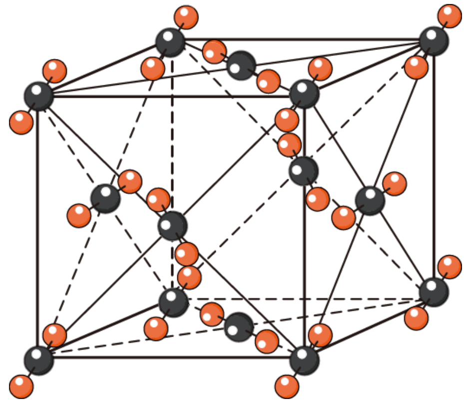
3．干冰（CO_2）的晶胞结构如下图所示。下列说法不正确的是

A．干冰晶体属于分子晶体

B．干冰晶胞中，含有 4 个 CO_2 分子

C．干冰晶体中，每个 CO_2 周围等距且紧邻的 CO_2 有 6 个

D．干冰晶体中 CO_2 分子间作用力较小，常压下易升华



【答案】C

【详解】A．干冰晶体是由 CO_2 分子通过分子间作用力结合而成的，为分子晶体，A 正确；

B．CO_2 分子在晶胞的顶点和面心，顶点上的 CO_2 分子被 8 个晶胞共有，面心上的 CO_2 分子被 2 个晶胞共有，所以每个晶胞中含有 $8\times1/8+6\times1/2=4$ 个 CO_2 分子，B 正确；

C．干冰晶体为分子密堆积，二氧化碳的配位数为 12，即每个 CO_2 分子周围有 12 个紧邻的 CO_2 分子，C 错误；

D．干冰晶体是由 CO_2 分子通过分子间作用力结合而成的，又分子间作用力较小，即常压下易升华，D 正确；

故选 C。

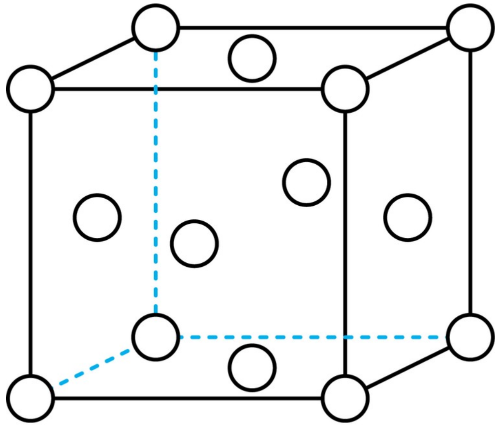
4．甲烷晶体的晶胞结构如图所示，下列说法正确的是

A． 1 个 CH_4 晶胞中含有 4 个 CH_4 分子

B．甲烷晶胞中的球只代表 1 个 C 原子

C．晶体中 1 个 CH_4 分子周围有 8 个紧邻的 CH_4 分子

D．甲烷晶体熔化时需克服共价键



甲烷晶胞

【答案】 A

【详解】 A．由晶胞结构可知，晶胞中甲烷分子的个数为 $8\times1/8+6\times1/2=4$，故 A 正确；

B．由晶胞结构可知，晶胞中的球只代表 1 个甲烷分子，故 B 错误；

C．由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点的甲烷分子于位于面心的甲烷分子距离最近，则每个甲烷分子周围有 12 个紧邻的甲烷分子，故 C 错误；

D．甲烷晶体为分子晶体，熔化时需克服分子间作用力，不需要克服共价键，故 D 错误；

故选 A 。

5．甲～戊均为短周期元素，在元素周期表中的位置如图所示，丙的简单氢化物的水溶液常用于腐蚀玻璃，下列说法中正确的是

A．原子半径：丁＞甲＞乙＞戊＞丙

B．甲和丁的简单氢化物均能形成分子间氢键

C．丁、戊的最高价含氧酸均为强酸

D．甲、乙、丙的单质对应的晶体均为分子晶体

甲	乙	丙
丁		戊

【答案】D

【分析】丙的简单氢化物的水溶液常用于腐蚀玻璃，则丙为F元素，由各元素在周期表中的位置可推知，甲、乙、丙、丁、戊分别为N元素、O元素、F元素、P元素、Cl元素。

【详解】A．一般电子层数越多，原子半径越大，同周期元素从左至右，原子半径逐渐减小，则原子半径：P>Cl>N>O>F，A项错误；

B．NH3能形成分子间氢键，PH3不能形成分子间氢键，B项错误；

C．磷酸不是强酸，C项错误；

D．$N_2O_2(O_3)F_2$对应的晶体均为分子晶体，D项正确；

课堂小结

第二节 分子晶体与共价晶体 第 1 课时

- 分子晶体
  - 概念
  - 性质
  - 分子晶体中的粒子及粒子间的相互作用
- 典型的分子晶体的结构和性质
  - 分子密堆积
  - 分子非密堆积

同步精品课堂
www.zxxk.com

THANKS

作品版权已登记，倒卖必究

拒绝盗版！

亲爱的用户：

感谢您一直以来对本工作室所研发课件的支持，研发过程中课件审核环节、个人所学的知识面限制以及细节把控方面还存在些不足，为了提高产品质量，希望您百忙之中能填一下问卷！

大鹿化学工作室